



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 36 34 925.9  
22 Anmeldetag: 14. 10. 86  
43 Offenlegungstag: 21. 4. 88



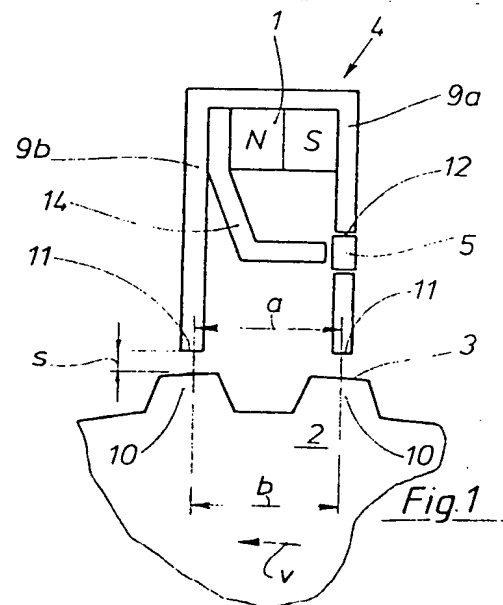
71 Anmelder:  
Knüfelmann, Manfred, 4044 Kaarst, DE

74 Vertreter:  
Andrejewski, W., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Honke, M.,  
Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Masch, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.,  
Pat.-Anwälte, 4300 Essen

72 Erfinder:  
Blauhut, Reinhold, 5980 Werdohl, DE

54 Drehzahlmeßvorrichtung, insbesondere für Antiblockier Vorrichtungen für Fahrzeuge, mit magnetoresistivem Sensor

Die Erfindung betrifft eine Drehzahlmeßvorrichtung, insbesondere für Antiblockier Vorrichtungen für Fahrzeuge, mit Vorspannmagnet, Zahnrad mit Zahnkranz aus ferromagnetischem Material sowie magnetoresistivem Sensor mit vier Sensorelementen, die mäanderförmige Leiter aufweisen und in einer elektrischen Brückenschaltung untereinander verschaltet sowie auf einem plättchenförmigen Träger angeordnet sind. Der Sensor besitzt eine Vorzugsrichtung mit hoher Empfindlichkeit und eine Querrichtung geringerer Empfindlichkeit. Das Zahnrad ist in das Magnetfeld des Vorspannmagneten eingesetzt. Der Sensor ist mit Abstand zum Zahnrad fest angeordnet und erfaßt eine magnetische Flußänderung durch Zahnradrotation. Erfindungsgemäß ist der Sensor an einem Jochblechschenkel eines U-förmig gebogenen Blechstreifens aus ferromagnetischem Material angeschlossen. Dieser Blechstreifen trägt den Vorspannmagneten und ist am Umfang des Zahnrades mit auf den Zahnkranz gerichteten Jochblechschenkeln angeordnet. Die Jochblechschenkel sind in Laufrichtung des Zahnrades ausgerichtet, wobei der Jochblechschenkelabstand  $d$  im Zahnspitzenabstand zwischen benachbarten Zähnen des Zahnkranzes oder einem ganzzahligen Vielfachen des Zahnspitzenabstandes entspricht und die Schenkelenden einen Abstand von mehr als 1 mm zum Zahnkranz aufweisen. Der Sensor ist mit der Vorzugsrichtung in Schenkellängsrichtung ausgerichtet. Fernerhin ist an den den Sensor tragenden Jochblechschenkel ein Hilfsblech...



## Patentansprüche

1. Drehzahlmeßvorrichtung, insbesondere für Antilockier-  
vorrichtungen für Fahrzeuge, — mit  
Vorspannmagnet,  
Zahnrad mit Zahnkranz aus ferromagnetischem  
Material,  
magneto-resistivem Sensor mit vier Sensorelemen-  
ten, die mäanderförmige Leiter aufweisen und in  
einer elektrischen Brückenschaltung untereinander  
verschaltet sowie auf einem plättchenförmigen  
Träger angeordnet sind,  
wobei der Sensor eine Vorzugsrichtung ( $y$ ) mit ho-  
her Empfindlichkeit und eine Querrichtung ( $x$ ) ge-  
ringerer Empfindlichkeit aufweist, wobei das Zahn-  
rad in das Magnetfeld des Vorspannmagneten ein-  
gesetzt ist und wobei der Sensor mit Abstand zum  
Zahnrad fest angeordnet ist und eine magnetische  
Flußänderung durch Zahnradrotation erfaßt, da-  
durch gekennzeichnet, daß der Sensor (5) an einem  
Jochblechschenkel (9a) eines U-förmig gebogenen  
Blechstreifens (4) aus ferromagnetischem  
Material angeschlossen ist,  
wobei der Blechstreifen (4) den Vorspannmagneten  
(1) trägt und am Umfang des Zahnrades (2) mit auf  
den Zahnkranz (3) gerichteten Jochblechschenkeln  
(9a, 9b) angeordnet ist,  
daß die Jochblechschenkel (9a, 9b) in Laufrichtung  
( $v$ ) des Zahnrades (2) ausgerichtet sind, wobei der  
Jochblechschenkelabstand ( $a$ ) dem Zahnsitzenab-  
stand ( $b$ ) zwischen benachbarten Zähnen (10) des  
Zahnkranzes (3) oder einem ganzzahligen Vielfachen  
des Zahnsitzenabstandes ( $b$ ) entspricht und die  
Schenkelenden (11) einen Abstand ( $s$ ) von mehr  
als 1 mm zum Zahnkranz (3) aufweisen, daß der  
Sensor (5) mit der Vorzugsrichtung ( $y$ ) in Schenkel-  
längsrichtung ausgerichtet ist, und daß an den  
Sensor (5) tragenden Jochblechschenkel (9a) ein  
Hilfsblech (14) herangeführt ist, wobei dem Sensor  
(5) ein Verzerrungsmagnetfeld aufprägbar ist, des-  
sen magnetischer Fluß sich der Drehung des Zahn-  
rades (2) entsprechend ändert.
2. Meßvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß der Sensor (5) bündig in eine  
Ausnehmung (12) des Jochblechschenkels (9a) ein-  
gesetzt ist, die zu einer Stirnseite (13) des Joch-  
blechschenkels (9a) offen ist.
3. Meßvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß die Tiefe ( $c$ ) der Ausnehmung  
(12) etwa  $8/10$  der Jochblechschenkelbreite ( $d$ ) ent-  
spricht.
4. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis  
3, dadurch gekennzeichnet, daß das Hilfsblech (14)  
mit engem Spalt an die Oberfläche der Sensorele-  
mente (6) herangeführt ist.
5. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis  
4, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorspannma-  
gnet (1) zwischen den beiden Jochblechschenkeln  
(9a, 9b) des U-förmig gebogenen Blechstreifens (4)  
angeordnet ist und ein Pol ( $S$ ) des Vorspannmagne-  
ten (1) an dem den Sensor (5) tragenden Jochblech-  
schenkel (9a) angeschlossen ist, und daß der Gegen-  
pol ( $N$ ) mit dem Hilfsblech (14) verbunden ist.
6. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis  
5, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorspannma-  
gnet (1) ein statisches Magnetfeld aufweist.
7. Meßvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß der Vorspannmagnet (1) ein Per-

manentmagnet ist.

8. Meßvorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, da-  
durch gekennzeichnet, daß der Brückenschaltung  
(7) der Sensorelemente (6) eine Serienschaltung  
(15) aus Siliciumdiode (16) und Widerstand (17) zur  
Temperaturkompensation zugeordnet ist.

9. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis  
5, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorspannma-  
gnet (1) ein hochfrequentes Wechselfeld aufweist.

10. Meßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1  
bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand ( $s$ )  
zwischen den Schenkelenden und dem Zahnkranz  
(3) mehr als 2,5 mm aufweist.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Drehzahlmeßvorrichtung,  
insbesondere für Antilockier-  
vorrichtungen für Fahr-  
zeuge, — mit Vorspannmagnet, Zahnrad mit Zahnkranz  
aus ferromagnetischem Material, magneto-resistivem  
Sensor mit vier Sensorelementen, die mäanderförmige  
Leiter aufweisen und in einer elektrischen Brücken-  
schaltung untereinander verschaltet sowie auf einem  
plättchenförmigen Träger angeordnet sind, wobei der  
Sensor eine Vorzugsrichtung ( $y$ ) mit hoher Empfindlich-  
keit und eine Querrichtung ( $x$ ) geringerer Empfindlich-  
keit aufweist, wobei das Zahnrad in das Magnetfeld des  
Vorspannmagneten eingesetzt ist und wobei der Sensor  
mit Abstand zum Zahnrad fest angeordnet ist und eine  
magnetische Flußänderung durch Zahnradrotation erfaßt.  
— Die Meßvorrichtung dient zur Drehzahlmes-  
sung an rotierenden Maschinen, beispielsweise an  
Werkzeugmaschinen. Die bevorzugte Anwendung ist  
jedoch der Einsatz in Antilockier-  
vorrichtungen für  
Fahrzeuge. Das der Drehzahlmeßvorrichtung zugeord-  
nete Zahnrad ist an das zu überwachende Maschinenteil  
fest angeschlossen. Im Rahmen der Erfindung liegt es,  
daß das Zahnrad zu einem Zahnkranz entartet ist, der in  
das zu überwachende Maschinenteil eingearbeitet ist.

Magneto-resistive Sensoren arbeiten nach dem so ge-  
nannten magneto-resistiven Effekt, bei dem sich der  
elektrische Widerstand eines Leiters mit einem auf ihn  
wirkenden magnetischen Feld ändert. Magneto-resistive  
Sensoren sind an sich bekannt. Aus einer älteren, nicht  
veröffentlichten Anmeldung der Anmelderin ist eine  
Drehzahlmeßvorrichtung bekannt, die mit einem ma-  
gneto-resistiven Sensor ausgebildet ist. Im Rahmen der  
bekannten Maßnahmen ist der Sensor mit Abstand zum  
Zahnrad am Umfang des Zahnkranzes angeordnet und  
mit der Vorzugsrichtung in Bewegungsrichtung des  
Zahnkranzes ausgerichtet. Auf dem Sensor ist in Quer-  
richtung dazu ein Vorspannmagnet angeordnet, der um  
ein Asymmetriemaß gegenüber der in Vorzugsrichtung  
weisenden Mittelachse des Sensors versetzt ist. Mit der  
bekannten Vorrichtung ist prinzipiell ein Nutzsignal  
ausreichender Größe auch dann erreichbar, wenn die  
Zahnfolgefrequenz klein ist. Bei großem Abstand aller-  
dings ist die Verzerrung des Magnetfeldes am Sensor  
und damit dessen Empfindlichkeit noch verbesserungs-  
bedürftig.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das bei  
großem Abstand des Meßkopfes vom Zahnkranz er-  
reichbare Nutzsignal der Drehzahlmeßvorrichtung wei-  
ter zu verbessern.

Zur Lösung dieser Aufgabe lehrt die Erfindung, daß  
der Sensor an einem Jochblechschenkel eines U-förmig  
gebogenen Blechstreifens aus ferromagnetischem Ma-  
terial angeschlossen ist, wobei der Blechstreifen den

Vorspannmagneten trägt und am Umfang des Zahnrades mit auf den Zahnkranz gerichteten Jochblechschenkeln angeordnet ist, daß die Jochblechschenkel in Laufrichtung des Zahnrades ausgerichtet sind, wobei der Jochblechschenkelabstand dem Zahnsitzenabstand zwischen benachbarten Zähnen des Zahnkranzes oder einem ganzzahligen Vielfachen des Zahnsitzenabstandes entspricht und die Schenkelenden einen Abstand von mehr als 1 mm zum Zahnkranz aufweisen, daß der Sensor mit der Vorzugsrichtung ( $y$ ) in Schenkellängsrichtung ausgebildet ist, und daß an den den Sensor tragenden Jochblechschenkel ein Hilfsblech herangeführt ist, wobei dem Sensor ein Verzerrungsmagnetfeld aufprägar ist, dessen magnetischer Fluß sich der Drehung des Zahnrades entsprechend ändert. — Erfindungsgemäß ist dem magnetischen Nutzfeld, das dem Jochblechschenkel zugeordnet ist, im Bereich des Sensors ein Verzerrungsmagnetfeld aufprägar. Wegen der kleineren Luftspaltverhältnisse ist die dem Verzerrungsmagnetfeld zugeordnete Vorspannkomponente unter allen Umständen größer als die Nutzsignalkomponente, so daß ein "Umklappen des Signals" ausgeschlossen ist. Wenn die Jochblechschenkel durch das ferromagnetische Material des Zahnkranzes einem veränderten magnetischen Fluß ausgesetzt werden, so bewirkt dies eine Verzerrung der Feldverhältnisse am Sensor zwischen dem Verzerrungsmagnetfeld und dem magnetischen Nutzfeld. Dadurch werden die zu einer Brücke verschalteten Sensorelemente mit unterschiedlichen Feldern beaufschlagt, wobei die Brücke weiter verstimmert wird und an den Ausgängen eine Verschiebung der Differenzspannung entsteht.

Eine Vorspannung des Sensors ergibt sich auch durch asymmetrische Anordnung des Sensors am Jochblechschenkel. In der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist daher vorgesehen, daß der Sensor bündig in eine Ausnehmung des Jochblechschenkels eingesetzt ist, die zu einer Stirnseite des Jochblechschenkels offen ist. Als zweckmäßig hat es sich erwiesen, wenn die Tiefe der Ausnehmungen etwa  $8/10$  der Jochblechbreite entspricht. Zur weiteren Ausgestaltung der Anordnung des Hilfsblechs lehrt die Erfindung, daß das Hilfsblech mit engem Spalt an die Oberfläche der Sensorelemente herangeführt ist. Eine konstruktive Ausgestaltung der Drehzahlmeßvorrichtung, die sich durch besonders große Empfindlichkeit auszeichnet, ist dadurch gekennzeichnet, daß der Vorspannmagnet zwischen den beiden Jochblechschenkeln des U-förmig gebogenen Blechstreifens angeordnet und ein Pol des Vorspannmagneten an dem den Sensor tragenden Jochblechschenkel angeschlossen ist und daß der Gegenpol mit dem Hilfsblech verbunden ist. Eine in schaltungstechnischer Hinsicht günstige Ausführung ergibt sich, wenn der Vorspannmagnet ein statisches Magnetfeld aufweist. Dies kann ein Elektromagnet sein. Die bevorzugte Ausführung sieht jedoch vor, daß der Vorspannmagnet ein Permanentmagnet ist. Da die magnetoresistiven Sensoren einer gewissen Temperaturabhängigkeit ihres Nullpunktes unterliegen, empfiehlt die Erfindung, daß der Brückenschaltung der Sensorelemente eine Serienschaltung aus Siliciumdiode und Widerstand zur Temperaturkompensation zugeordnet ist. Überraschenderweise hat sich gezeigt, daß mit der sehr einfachen Temperaturkompensationsschaltung eine gute Kompensation der Temperaturabhängigkeit in einem großen Temperaturbereich erreichbar ist. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Nutzsignale mit großer Amplitude zur Verfügung stehen. Eine andere Ausgestaltung der Erfin-

dung sieht vor, daß der Vorspannmagnet ein hochfrequentes Wechselfeld aufweist. In diesem Fall ist das Nutzsignal ein amplitudenmoduliertes Hochfrequenzsignal, welches demoduliert werden muß. Die elektrische Schaltung mit hochfrequenter Quelle und Demodulationseinrichtung ist insgesamt technisch aufwendiger. Der Vorteil dieser Lösung liegt darin, daß keine Temperaturkompensation notwendig ist. Unabhängig davon, ob der Vorspannmagnet ein statisches Magnetfeld oder ein hochfrequentes Wechselfeld aufweist, ist ein großer Abstand zwischen den Schenkelenden und dem Zahnkranz einstellbar. Die bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, daß dieser Abstand mehr als 2,5 mm aufweist.

Die erfindungsgemäße Drehzahlmeßvorrichtung weist alle aus der älteren Anmeldung der Anmelderin bekannten Vorteile auf. Die Meßvorrichtung ist mit geringem Schaltungsaufwand realisierbar. Sie ist temperaturbeständig und arbeitet auch bei großem Abstand des Meßkopfes vom rotierenden Maschinenteil betriebssicher. Die erfindungsgemäße Meßvorrichtung zeichnet sich darüber hinaus durch ein noch größeres Nutzsignal bei vorgegebenem Abstand des Meßkopfes zum Zahnrad und vorgegebener Zahnfolgefrequenz aus. Im Ergebnis zeigt die Drehzahlmeßvorrichtung eine gute Meßgenauigkeit und einen großen Meßbereich und eignet sich insbesondere zum Einsatz von Antiblockiervorrichtungen für Fahrzeuge.

Im folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung ausführlicher erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung

Fig. 1 die Drehzahlmeßvorrichtung in einer Seitenansicht,

Fig. 2 die Drehzahlmeßvorrichtung in einer gegenüber der Fig. 1 um  $90^\circ$  gedrehten Ansicht,

Fig. 3 eine elektrische Schaltungsanordnung der Drehzahlmeßvorrichtung.

Die in den Fig. 1 bis 3 dargestellte Drehzahlmeßvorrichtung dient der Messung von Drehzahlen an rotierenden Maschinenteilen. Der bevorzugte Anwendungsfall ist der Einsatz in Antiblockiervorrichtungen für Fahrzeuge. Zum grundsätzlichen Aufbau gehören ein Vorspannmagnet 1, ein Zahnrad 2 mit Zahnkranz 3 aus ferromagnetischem Material, ein U-förmig gebogener Blechstreifen 4 aus ferromagnetischem Material sowie ein magnetoresistiver Sensor 5. Der Sensor 5 weist vier Sensorelemente 6 auf, die mäanderförmige Leiter aufweisen und in einer elektrischen Brückenschaltung 7 untereinander verschaltet sowie auf einem plättchenförmigen Träger 8 angeordnet sind. Der Sensor 5 arbeitet nach dem sogenannten magnetoresistiven Effekt, bei dem sich der Widerstand eines Leiters mit einem auf ihn wirkenden magnetischen Feld ändert. Er besitzt eine Vorzugsrichtung  $y$  mit hoher Empfindlichkeit und eine Querrichtung  $x$  geringerer Empfindlichkeit.

Der Vorspannmagnet 1 ist an den U-förmig gebogenen Blechstreifen 4 angeschlossen (Fig. 1). Der Blechstreifen 4 ist am Umfang des Zahnrades 2 mit auf den Zahnkranz 3 gerichteten Jochblechschenkeln 9a, 9b angeordnet. Die Jochblechschenkel 9a, 9b sind in Laufrichtung  $v$  des Zahnrades 2 ausgerichtet. Der Jochblechschenkelabstand  $a$  entspricht dem Zahnsitzenabstand  $b$  zwischen benachbarten Zähnen 10 des Zahnkranzes 3. Prinzipiell kann der Jochblechschenkelabstand  $a$  aber auch ein ganzzahliges Vielfaches des Zahnsitzenabstandes  $b$  betragen. Die Schenkelenden 11 der Jochblechschenkel 9a, 9b weisen gegenüber dem Zahnkranz

3 einen Abstand  $s$  von mehr als 1 mm, vorzugsweise von mehr als 2,5 mm, auf.

Der Sensor 5 ist an einem Jochblechschenkel 9a des U-förmig gebogenen Blechstreifens 4 angeschlossen. Aus Fig. 2 ist ersichtlich, daß er bündig in eine Ausnehmung 12 des Jochblechschenkels 9a eingesetzt ist, die zu einer Stirnseite 13 des Jochblechschenkels 9a offen ist. Im Ausführungsbeispiel mag die Tiefe  $c$  der Ausnehmung ... bis ... der Jochblechschenkelbreite  $d$  betragen. Der Sensor 5 ist dabei mit seiner Vorzugsrichtung  $y$  in Längsrichtung des Jochblechschenkels ausgerichtet. Der Fig. 1 entnimmt man fernerhin, daß der Vorspannmagnet 1 zwischen den beiden Jochblechschenkeln 9a, 9b des U-förmig gebogenen Blechstreifens 4 angeordnet ist. Ein Pol  $S$  des Vorspannmagneten ist an dem Jochblechschenkel 9a angeschlossen, der den Sensor 5 trägt. Der Gegenpol  $N$  ist mit einem Hilfsblech 14 verbunden, das mit engem Spalt an die Oberfläche der Sensorelemente 6 herangeführt ist. Der Vorspannmagnet 1 ist im Ausführungsbeispiel ein Permanentmagnet. Prinzipiell ist auch die Verwendung eines Elektromagneten möglich.

Wie aus der Fig. 3 ersichtlich, ist der Brückenschaltung 7 der Sensorelemente 6 eine Serienschaltung 15, bestehend aus Siliciumdiode 16 und Widerstand 17 zur Temperaturkompensation zugeordnet. Fernerhin ist der Vorverstärker 18 in seinem grundsätzlichen Aufbau angedeutet. Wenn die Jochblechschenkel 9a, 9b durch das ferromagnetische Material des Zahnkranzes 3 einem veränderten magnetischen Fluß ausgesetzt werden, so bewirkt dies eine Verzerrung der Feldverhältnisse am Sensor 5 zwischen dem Hilfsblech 14 und dem Jochblechschenkel 9a. Dadurch werden die zu der Brücke 7 verschalteten Sensorelemente 6 mit unterschiedlichen Feldern beaufschlagt, so daß die Brücke 7 weiter verstimmt wird und an den Ausgängen eine Verschiebung der Differenzspannung entsteht.

Es versteht sich, daß in der praktischen Ausführung der Drehzahlmeßvorrichtung der Meßkopf mit Sensor, U-förmig gebogenem Blechstreifen sowie Vorspannmagnet zum besseren Schutz vor mechanischer Beanspruchung mit einer Hülle aus Edelstahl oder Aluminium ummantelt werden kann. Überraschenderweise ist dies ohne wesentlichen Empfindlichkeitsverlust möglich. Im Rahmen der Erfindung liegt es fernerhin, den Meßkopf mit Vorverstärkung und ggf. mit Temperaturkompensationsschaltung in einem gespritzten Kunststoffgehäuse anzuordnen.

50

55

60

65

3634925

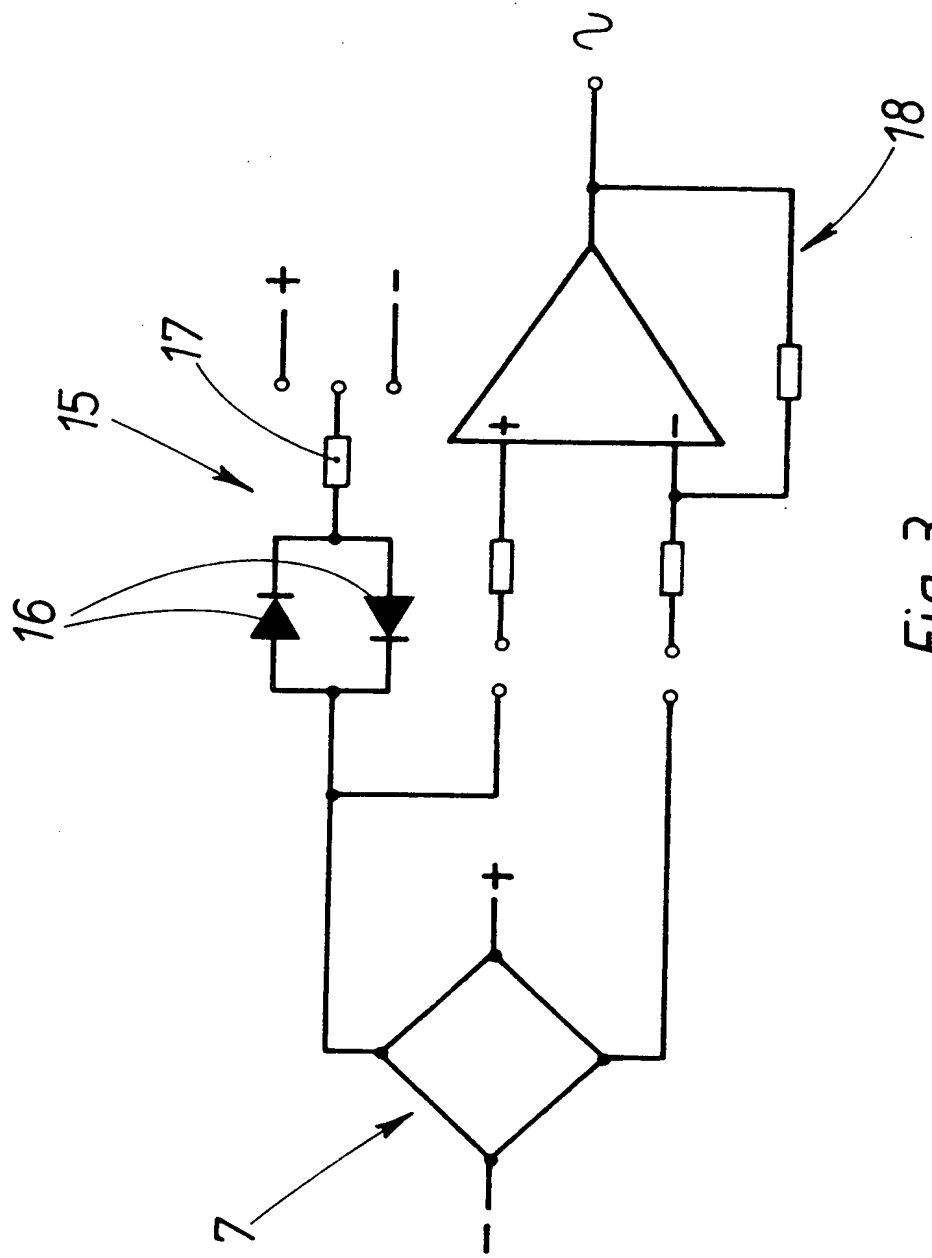


Fig. 3

